

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR PUBLIKASI DAN SEMINAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Penelitian	1
I.2 Tujuan Penelitian	4
I.3 Manfaat Penelitian	5
I.4 Keaslian dan Kebaruan Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	
II.1 Tinjauan Pustaka	8
II.1.1 Zeolit	8
II.1.2 Modifikasi permukaan zeolit	10
II.1.3 Adsorpsi	12
II.1.4 Isoterm adsorpsi	13
II.1.5 Kinetika adsorpsi	15
II.1.6 Zat warna	16
II.1.7 Adsorpsi zat warna metilen biru dan kongo merah	18
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	19
II.2.1 Perumusan hipotesis 1	20
II.2.2 Perumusan hipotesis 2	20

II.2.3 Perumusan hipotesis 3	21
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	22
II.2.5 Perumusan hipotesis 5	24
II.2.6 Rancangan penelitian	25
BAB III. METODE PENELITIAN	
III.1 Bahan-bahan Penelitian	27
III.2 Alat-alat Penelitian	27
III.3 Prosedur Penelitian	27
III.3.1 Preparasi dan aktivasi zeolit	27
III.3.2 Modifikasi permukaan zeolit menggunakan benzalkonium klorida	28
III.3.3 Stabilitas zeolit termodifikasi benzalkonium klorida dalam medium asam	29
III.3.4 Kajian adsorpsi zat warna oleh zeolit tanpa maupun dengan modifikasi benzalkonium klorida	29
III.3.4.1 Adsorpsi zat warna metilen biru	30
III.3.4.2 Adsorpsi zat warna kongo merah	32
III.3.5 Analisis data	33
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Preparasi Zeolit Alam dan Zeolit Sintetik	35
IV.2 Modifikasi Zeolit dengan Benzalkonium Klorida	36
IV.3 Uji Kestabilan Zeolit Termodifikasi Benzalkonium Klorida Dalam Medium Asam	38
IV.4 Karakterisasi Adsorben	39
IV.4.1 Analisis komposisi kimia	39
IV.4.2 Analisis kapasitas tukar kation (KTK)	41
IV.4.3 Analisis kristalinitas zeolit	43
IV.4.4 Analisis gugus fungsi pada zeolit	45
IV.4.5 Analisis morfologi permukaan	49
IV.4.6 Analisis potensial zeta	52
IV.5 Kajian Adsorpsi Metilen Biru	54

IV.5.1 Pengaruh pH larutan	54
IV.5.2 Pengaruh massa adsorben	56
IV.5.3 Pengaruh waktu kontak	58
IV.5.4 Penentuan kinetika reaksi	60
IV.5.5 Pengaruh konsentrasi awal adsorbat	61
IV.5.6 Penentuan isoterm adsorpsi	62
IV.5.7 Karakterisasi adsorben sesudah adsorpsi MB pada kondisi optimum	64
IV.6 Kajian Adsorpsi Kongo Merah	67
IV.6.1 Pengaruh pH larutan	67
IV.6.2 Pengaruh massa adsorben	70
IV.6.3 Pengaruh waktu kontak	71
IV.6.4 Penentuan kinetika adsorpsi	74
IV.6.5 Pengaruh konsentrasi awal adsorbat	75
IV.6.6 Penentuan isoterm adsorpsi	77
IV.6.7 Karakterisasi adsorpsi sesudah menyerap CR	78
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	81
V.2 Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	92
PUBLIKASI	152

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Kebaruan penelitian	7
Gambar II.1	Kerangka struktur zeolit <i>Linde Type A</i>	9
Gambar II.2	Logam pada zeolit alam dapat dipertukarkan dengan NH_4^+	9
Gambar II.3	Struktur kimia benzalkonium klorida	10
Gambar II.4	Pembentukan hemimisel (A) & admisel (B) oleh surfaktan kationik pada permukaan zeolit	11
Gambar II.5	Konfigurasi bilayer surfaktan dengan permukaan zeolit	12
Gambar II.6	Struktur kimia metilen biru	17
Gambar II.7	Struktur kimia kongo merah	18
Gambar IV.1	Mekanisme pembentukan monolayer benzalkonium klorida pada permukaan zeolit	37
Gambar IV.2	Konsentrasi benzalkonium klorida terlarut dari adsorben pada pH 4 dengan waktu pendiaman 3 hari	38
Gambar IV.3	Konsentrasi benzalkonium klorida terlarut dari adsorben ZATB-3 pada berbagai pH larutan dengan waktu pendiaman 1 dan 3 hari	39
Gambar IV.4	Reaksi dealuminasi pada kerangka zeolit	42
Gambar IV.5	Difraktogram zeolit ZAA (a), ZAT (b), dan ZA (c)	45
Gambar IV.6	Spektra FTIR ZA (a), ZAT (b), dan ZAA (c)	46
Gambar IV.7	Spektra FTIR BC (a), ZATB (b), dan ZAAB (c)	48
Gambar IV.8	Spektra FTIR LTA (a), LTA-1 (b), LTA-2 (c), dan LTA-3 (d)	49
Gambar IV.9	Spektra FTIR ZATB-1 (a), ZATB-2 (b), dan ZATB-3 (c)	49
Gambar IV.10	Citra SEM zeolit alam ZA (a), ZA termodifikasi BK 1xKTK (ZATB-1) (b), 2xKTK (ZATB-2) (c), dan 3xKTK (ZATB-3) (d)	50
Gambar IV.11	Citra SEM zeolit LTA (a), zeolit LTA termodifikasi BK 1xKTK (LTA-1) (b), 2xKTK (LTA-2) (c), 3xKTK (LTA-3) (d)	51
Gambar IV.12	Modifikasi permukaan zeolit dengan surfaktan BK membentuk monolayer (a), sebagian bilayer (b), dan bilayer (c)	53
Gambar IV.13	Pengaruh pH larutan pada kapasitas adsorpsi zeolit alam tanpa dan dengan modifikasi dalam menyerap metilen biru	54
Gambar IV.14	Pengaruh pH larutan pada kapasitas adsorpsi zeolit sintetik tanpa dan dengan modifikasi dalam menyerap metilen biru	55
Gambar IV.15	Pengaruh massa adsorben zeolit alam tanpa dan dengan modifikasi terhadap persentase adsorpsi MB	58
Gambar IV.16	Pengaruh massa adsorben zeolit sintetik tanpa dan dengan modifikasi terhadap persentase adsorpsi MB	58

Gambar IV.17	Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi MB pada adsorben zeolit alam tanpa dan dengan modifikasi BK	59
Gambar IV.18	Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi MB pada adsorben zeolit sintetik tanpa dan dengan modifikasi BK	59
Gambar IV.19	Pengaruh konsentrasi awal MB terhadap kapasitas adsorpsi berbagai adsorben	62
Gambar IV.20	Perkiraan interaksi antara MB dengan permukaan zeolit	65
Gambar IV.21	Morfologi permukaan adsorben ZAT sebelum (a) dan sesudah (b) adsorpsi MB, serta MB (c)	66
Gambar IV.22	Spektra FTIR ZAT sebelum (a) dan sesudah (b) adsorben ZAT sesudah adsorpsi MB (b)	66
Gambar IV.23	Pengaruh massa adsorben terhadap persentase adsorpsi CR pada zeolit termodifikasi BK (a) dan zeolit tanpa modifikasi BK (b)	71
Gambar IV.24	Pengaruh waktu kontak terhadap persentase CR teradsorp pada zeolit alam termodifikasi	72
Gambar IV.25	Pengaruh waktu kontak terhadap persentase CR teradsorp pada zeolit sintetik termodifikasi	72
Gambar IV.26	Pengaruh waktu kontak terhadap persentase CR teradsorp pada zeolit tanpa modifikasi	73
Gambar IV.27	Pengaruh konsentrasi awal CR pada kapasitas adsorpsi zeolit alam termodifikasi (a) dan zeolit sintetik termodifikasi (b)	76
Gambar IV.28	Perkiraan interaksi antara CR dengan adsorben ZATB-3	79
Gambar IV.29	Morfologi permukaan adsorben ZATB-3 sebelum (a) dan sesudah adsorpsi CR (b)	79
Gambar IV.30	Spektra FTIR CR (a) dan ZATB-3 sesudah adsorpsi CR (b)	80

DAFTAR TABEL

Tabel IV.1	Komposisi kimia pada sampel zeolit	39
Tabel IV.2	Nilai KTK zeolit	42
Tabel IV.3	Data difraktogram zeolit alam	44
Tabel IV.4	Interpretasi spektra IR zeolit alam	45
Tabel IV.5	Serapan khas dari benzalkonium klorida	48
Tabel IV.6	Hasil analisis unsur dalam sampel zeolit alam dengan EDS	51
Tabel IV.7	Hasil analisis unsur dalam sampel zeolit sintetik dengan EDS	52
Tabel IV.8	Model kinetik adsorpsi MB pada berbagai adsorben	61
Tabel IV.9	Parameter isoterm adsorpsi Langmuir, Freundlich, dan Dubinin-Radushkevich untuk adsorpsi MB menggunakan adsorben zeolit alam dan zeolit sintetik	64
Tabel IV.10	Data kapasitas adsorpsi pada adsorben zeolit termodifikasi BK terhadap zat warna CR	68
Tabel IV.11	Data kapasitas adsorpsi pada adsorben zeolit tanpa modifikasi BK terhadap zat warna CR	68
Tabel IV.12	Parameter kinetika adsorpsi CR dengan zeolit termodifikasi menggunakan model kinetika orde satu semu dan orde dua semu	74
Tabel IV.13	Parameter isoterm adsorpsi Langmuir, Freundlich, dan Radushkevich untuk adsorpsi zat warna CR menggunakan adsorben zeolit termodifikasi	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Difraktogram sinar-x zeolit alam (ZA), zeolit teraktivasi NaCl 1 M (ZAT), zeolit teraktivasi HCl 3 M (ZAA)	92
Lampiran 2	Data JCPDS No.06-239 mineral mordenit	94
Lampiran 3	Difraktogram sinar-x zeolit Linde Tipe A	98
Lampiran 4	Spektra inframerah zeolit alam (ZA), zeolit teraktivasi NaCl 1 M (ZAT), zeolit teraktivasi HCl 3 M (ZAA)	99
Lampiran 5	Spektra inframerah benzalkonium klorida	102
Lampiran 6	Pengukuran KTK zeolit	103
Lampiran 7	Spektra inframerah zeolit termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (ZATB-1), 2 x KTK (ZATB-2), 3 x KTK (ZATB-3)	105
Lampiran 8	Spektra inframerah zeolit termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (ZAAB-1), 2 x KTK (ZAAB-2), 3 x KTK (ZAAB-3)	108
Lampiran 9	SEM zeolit teraktivasi NaCl 1 M (ZAT), zeolit termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (ZATB-1), 2 x KTK (ZATB-2), 3 x KTK (ZATB-3)	111
Lampiran 10	SEM zeolit sintetik LTA, zeolit sintetik termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (LTA-1), 2 x KTK (LTA-2), 3 x KTK (LTA-3)	115
Lampiran 11	Zeta potensial zeolit alam, zeolit termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (ZATB-1), 2 x KTK (ZATB-2), 3 x KTK (ZATB-3)	119
Lampiran 12	Zeta potensial LTA, LTA termodifikasi benzalkonium klorida 1 x KTK (LTA-1), 2 x KTK (LTA-2), 3 x KTK (LTA-3)	121
Lampiran 13	Data uji stabilitas adsorben ZATB-3	125
Lampiran 14	Data uji adsorpsi metilen biru	126
Lampiran 15	Data uji adsorpsi kongo merah	136
Lampiran 16	Spektra inframerah ZATB-3 sesudah adsorpsi kongo merah	148
Lampiran 17	Spektra inframerah ZAT sesudah adsorpsi metilen biru	149
Lampiran 18	SEM-EDS ZATB-3 sesudah adsorpsi kongo merah	150
Lampiran 19	SEM-EDS ZAT sesudah adsorpsi metilen biru	151

DAFTAR SINGKATAN

ZA	Zeolit alam
KTK	Kapasitas tukar kation
ZAT	Zeolit alam aktif menggunakan aktivator NaCl 1 M
ZAA	Zeolit alam aktif menggunakan aktivator HCl 3 M
ZATB	Modifikasi ZAT dengan benzalkonium klorida
ZAAB	Modifikasi ZAA dengan benzalkonium klorida
ZATB-1	Modifikasi ZAT dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 1 x KTK
ZATB-2	Modifikasi ZAT dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 2 x KTK
ZATB-3	Modifikasi ZAT dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 3 x KTK
LTA	Zeolit sintetik <i>lynde type A</i>
LTAB	Modifikasi LTA dengan benzalkonium klorida
LTA-1	Modifikasi LTA dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 1 x KTK
LTA-2	Modifikasi LTA dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 2 x KTK
LTA-3	Modifikasi LTA dengan benzalkonium klorida dengan konsentrasi 3 x KTK
UV-VIS	<i>Ultraviolet-visible</i>
AAS	<i>Atomic Adsorption Spectroscopy</i>
XRD	<i>X-ray Diffraction</i>
SEM-EDS	<i>Scanning Electron Microscopy– Energy Dispersive X-ray Spectroscopy</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infra red Spectroscopy</i>
BK	Benzalkonium klorida
CR	Kongo merah
MB	Metilen biru